

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11177123 A**(43) Date of publication of application: **02.07.99**

(51) Int. Cl.

H01L 31/10
B29D 11/00(21) Application number: **09343141**(71) Applicant: **RICOH CO LTD**(22) Date of filing: **12.12.97**(72) Inventor: **MIFUNE HIROYASU****(54) MANUFACTURE OF OPTICAL ELEMENT FOR OPTICAL PICKUP**

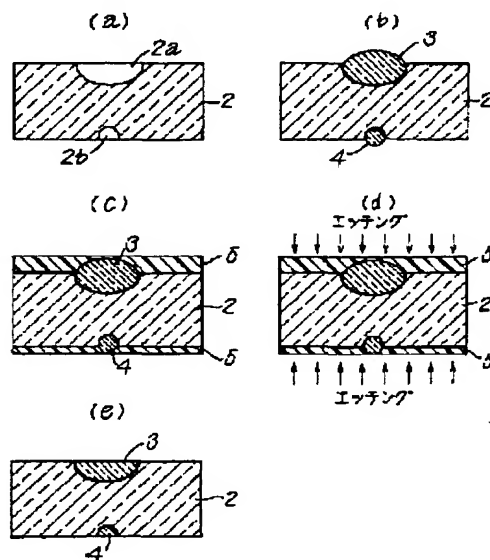
lenses and the substrate are fixed by a resin material 5 and then, they are flattened by etching or the like.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method for an optical element for an optical pickup capable of integrally forming the microlenses (objective lens and solid immersion lens) of optional refractive indexes on a flat substrate with high position accuracy by a simple manufacturing method.

SOLUTION: In this manufacturing method of the optical element of the optical pickup provided with the objective lens 3 provided with the function of converging collimated light and the solid immersion lens 4 whose optical axis is matched with the objective lens and refractive index is higher than the substrate arranged at a position closer to a recording medium than the objective lens for which at least one or more sets of the objective lens and the solid immersion lens are formed on one substrate 2, concave surfaces 2a and 2b are formed on both surfaces of the substrate 2, the lenses 3 and 4 of a shape matched with the concave surfaces whose refractive index is higher than the substrate are arranged at the two concave surfaces, the



(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 31/10

H 0 1 L 31/10

A

B 2 9 D 11/00

B 2 9 D 11/00

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-343141

(22)出願日 平成9年(1997)12月12日

(71)出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72)発明者 三船 博庸

東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式

会社リコー内

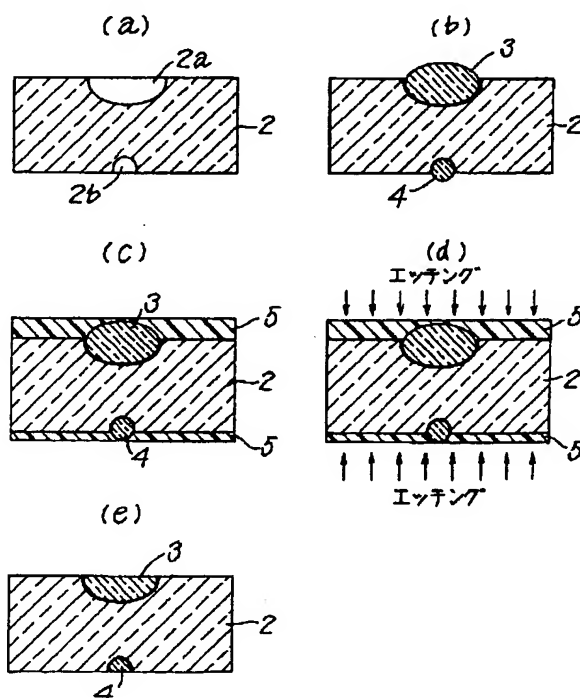
(74)代理人 弁理士 樺山 亨 (外1名)

(54)【発明の名称】 光ピックアップ用光学素子の作製方法

(57)【要約】

【課題】平板な基板に任意の屈折率のマイクロレンズ（対物レンズ及びソリッドイメーションレンズ）を簡易な作製方法で高精度で基板内に一体作製することができる光ピックアップ用光学素子の作製方法を提供する。

【解決手段】本発明は、コリメートされた光を集光させる働きをもつ対物レンズ3と、対物レンズよりも記録媒体に近接する位置に配置され対物レンズと光軸が一致する基板より屈折率の高いソリッドイメーションレンズ4を有し、対物レンズとソリッドイメーションレンズの組を少なくとも1組以上一枚の基板2上に形成した光ピックアップ用光学素子の作製方法において、上記基板2の両面に凹曲面2a、2bを形成し、この2つの凹曲面に基板より屈折率の高いその凹曲面に合う形状のレンズ3、4を配置し、樹脂材料5でそのレンズと基板を固定した後、エッチング等により平板化した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 コリメートされた光を集光させる働きをもつ対物レンズと、対物レンズよりも記録媒体に近接する位置に配置され対物レンズと光軸が一致する基板より屈折率の高いソリッドイマージョンレンズを有し、対物レンズとソリッドイマージョンレンズの組を少なくとも1組以上一枚の基板上に形成したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法において、
上記基板の両面に凹曲面を形成し、この2つの凹曲面に基板より屈折率の高いその凹曲面に合う形状のレンズを配置し、樹脂材料でそのレンズと基板を固定した後、平板化したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法。

【請求項2】 コリメートされた光を集光させる働きをもつ対物レンズと、対物レンズよりも記録媒体に近接する位置に配置され対物レンズと光軸が一致する基板より屈折率の高いソリッドイマージョンレンズを有し、対物レンズとソリッドイマージョンレンズの組を少なくとも1組以上一枚の基板上に形成したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法において、
上記基板の両面にV溝を形成し、この2つのV溝に基板より屈折率の高いそのV溝に接する形状のレンズを配置し、樹脂材料でそのレンズと基板を固定した後、平板化したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法。

【請求項3】 コリメートされた光を集光させる働きをもつ対物レンズと、対物レンズよりも記録媒体に近接する位置に配置され対物レンズと光軸が一致する基板より屈折率の高いソリッドイマージョンレンズを有し、対物レンズとソリッドイマージョンレンズの組を少なくとも1組以上一枚の基板上に形成したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法において、
基板の両面に凹曲面を形成できるような型を作製し、この型に樹脂を充填させて基板を作製し、この基板の凹曲面に基板より屈折率の高いその凹曲面に合う形状のレンズを配置し、樹脂材料でこのレンズと基板を固定した後、平板化したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ディスク装置、光カード装置、光テープ装置等において、光メモリ（記録媒体）に情報を記録するもしくは記録された光メモリから情報を再生するために用いられる光ピックアップ装置に使用する光ピックアップ用光学素子の作製方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 マイクロレンズ等の光学素子の作製（製造）方法としては、例えば、特開平6-194502号公報（凸マイクロレンズアレイ及びその製造方法）、特

開平6-208006号公報（長焦点凸マイクロレンズアレイ）、特開平7-181303号公報（両凸マイクロレンズアレイの製造方法）や、特開平7-198906号公報（両凸状の様々なマイクロレンズ形状の材料・デバイス・製造方法）などが出願されている。さらに凹レンズについては、特開平7-244206号公報、特開平7-248403号公報や、特開平8-29601号公報などが出願されている。これらは半導体製造プロセスを用いて作製するので自由な形状のレンズを大量に作製することができる。ここで述べられている方法には、レジストを2度塗布する方法や凸曲面を形成後それを型とし、紫外線硬化材料に転写し硬化させる方法などがある。また、特開平5-173003号公報では、散乱光やディフューザーを用いてフォトレジストに凸曲面あるいは凹曲面を直接形成後ドライエッチングすることがクレーム化されている。しかしこの特許出願では、特に平板化することは行っていない。さらに、特開平6-300902号公報、特開平7-281007号公報、特開平8-171003号公報、特開平8-179299号公報には、基板に凹曲面を形成後、屈折率の高い材料を充填することで平板のマイクロレンズアレイを形成し、液晶表示に用いることを目的とした発明が開示されている。尚、ここでは、凹曲面はウェットエッチングで作っている。

【0003】 一方、従来の光メモリ用光ピックアップの構成例を図6に示す。この光ピックアップは直線偏光のレーザ光を出射する半導体レーザ（以下、LDと記す）11と、コリメータレンズ12と、偏光ビームスプリッタ13と、1/4波長板14と、対物レンズ15と、集光レンズ17と、フォトダイオード（以下、PDと記す）18で構成されている。LD11から出射された紙面に対し平行な直線偏光の光はコリメータレンズ12で平行光にされる。次にこの光は、偏光ビームスプリッタ13と1/4波長板14で構成された光アイソレータを通して直線偏光から円偏光に変わり、対物レンズ15で記録媒体16の記録面16aに微小なスポットとして集光される。そして記録面16aで反射する際に円偏光の旋回方向が変化し、対物レンズ15で平行光に戻されて1/4波長板14を通過すると、紙面に対して垂直な光となる。さらに、偏光ビームスプリッタ13で反射してPD18の方向へ進行し、集光レンズ17で集光されてPD18に入射する。尚、実際には図示の光学部品が他、フォーカス検出やトラック検出のための光学部品があるが、ここでは省略した。

【0004】 上記構成の光ピックアップでは、光の回折限界によりスポットサイズは光の波長程度までしか得られない。スポットサイズは以下のように表すことができる。

$$w \propto \lambda / \sin \theta' \quad \cdots (1)$$

ここで θ' は対物レンズ15の出射角で、レンズのNA

(開口数)とは、 $NA = \sin \theta'$ という関係がある。 λ は光源の波長である。

【0005】そこで、顕微鏡の液浸法のように対物レンズ15と記録媒体16の間にもう一つの半球形レンズ(ソリッドイマージョンレンズ)を入れた構成にして実効的なNAを上げるという方法がStanford大学のKinoらによって紹介された。これは、図7(a)のようにソリッドイマージョンレンズ19を記録媒体16に対して波長以下に近接させることにより、このレンズ19の端面に集光したスポットサイズはレンズの屈折率の逆数に比例することを利用したものである。ここでレンズ19の屈折率を n とすると、スポットサイズは次のようになる。

$$w' \propto \lambda / n \sin \theta' \quad \dots (2)$$

さらに、このソリッドイマージョンレンズの形状が図7(b)のような超半球状のレンズ20の場合は、ソリッドイマージョンレンズ表面でスネルの法則が適用されるので、スポットサイズをさらに次のように小さくすることができる。

$$w' \propto \lambda / n^2 \sin \theta' \quad \dots (3)$$

【0006】しかし、この構成では、記録媒体16の記録面とソリッドイマージョンレンズ20の間隔を100nm前後と光の波長以下に近接させなくてはならない。そこで、図8に示すような浮上ヘッドが提案されている(USP5,497,359または、B.D.Terris,H.J.Mamin,and D.Rugar, "Near field optical data storage", Appl. Phys. Lett., 68, No. 2, 141, 1996)。このヘッドはスライダ22の上部に接着によりソリッドイマージョンレンズ23(屈折率=1.83)を設け、さらにこのレンズ23と間隔をおいて対物レンズ21($NA=0.5$)が置かれている。この構成で波長830nmの光源を用いて360nmのスポットサイズが得られている。

【0007】この他にソリッドイマージョンレンズを使った例として、特開平8-212579号公報(記録媒体厚みやレンズ厚みのばらつきで生じる球面収差を補正)、特開平8-221772号公報(球面収差の低減)、特開平8-221790号公報(コマ収差の低減)がある。これらの特許出願では上記と異なりヘッドを浮上させず、また、ソリッドイマージョンレンズと対物レンズは一体化されず分離した構成となっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明で作製する光学素子は上述のように対物レンズとソリッドイマージョンレンズの2種類のマイクロレンズで構成する。これらレンズは1つの基板の両面に1つずつレンズを設ける。このレンズは基板内に向かって凸であるような構成となっている。これは光源などの素子を積層する、あるいは素子を浮上させるための空気力学的考慮からこのような構成をとっている。従って、このレンズの作製方法には、基板に対して凹曲面を形成する作製方法をとる。この方

法にはこれまで、何種類か提案されている。前述したように高屈折率材料を埋め込んだタイプの平板型マイクロレンズの作製方法では、凹曲面はウェットエッチングで作っていた。また、基板内で屈折率分布するようなレンズの製造方法もある。しかし、どちらの技術を使っても任意の屈折率材料を選んでレンズを作製することは困難である。

【0009】本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、平板な基板に任意の屈折率のマイクロレンズを簡易な作製方法で高精度で基板内に一体作製することができる光ピックアップ用光学素子の作製方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に係る発明では、コリメートされた光を集光させる働きをもつ対物レンズと、対物レンズよりも記録媒体に近接する位置に配置され対物レンズと光軸が一致する基板より屈折率の高いソリッドイマージョンレンズを有し、対物レンズとソリッドイマージョンレンズの組を少なくとも1組以上一枚の基板上に形成したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法において、上記基板の両面に凹曲面を形成し、この2つの凹曲面に基板より屈折率の高いその凹曲面に合う形状のレンズを配置し、樹脂材料でそのレンズと基板を固定した後、平板化した。

【0011】請求項2に係る発明では、コリメートされた光を集光させる働きをもつ対物レンズと、対物レンズよりも記録媒体に近接する位置に配置され対物レンズと光軸が一致する基板より屈折率の高いソリッドイマージョンレンズを有し、対物レンズとソリッドイマージョンレンズの組を少なくとも1組以上一枚の基板上に形成したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法において、上記基板の両面にV溝を形成し、この2つのV溝に基板より屈折率の高いそのV溝に接する形状のレンズを配置し、樹脂材料でそのレンズと基板を固定した後、平板化した。

【0012】請求項3に係る発明では、コリメートされた光を集光させる働きをもつ対物レンズと、対物レンズよりも記録媒体に近接する位置に配置され対物レンズと光軸が一致する基板より屈折率の高いソリッドイマージョンレンズを有し、対物レンズとソリッドイマージョンレンズの組を少なくとも1組以上一枚の基板上に形成したことを特徴とする光ピックアップ用光学素子の作製方法において、基板の両面に凹曲面を形成できるような型を作製し、この型に樹脂を充填させて基板を作製し、この基板の凹曲面に基板より屈折率の高いその凹曲面に合う形状のレンズを配置し、樹脂材料でこのレンズと基板を固定した後、平板化した。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面

を参照して詳細に説明する。本発明で作製する光ピックアップ用光学素子の一例を図1に示す。この光ピックアップ用光学素子1は、基板2の上部にコリメート光を集光するための対物レンズ3を設けている。また、基板厚はこの対物レンズ3の集光する長さとなっている。さらに基板2の下部には半球のソリッドイマージョンレンズ4を設けている。対物レンズ3の形状は球面あるいは収差や高いNAを考慮した非球面のどちらでも構わない。さらにソリッドイマージョンレンズ4の形状も半球あるいは超半球のどちらでも構わない。

【0014】次にこの光学素子1の動作を説明する。図示していないが、光源から出射されコリメータレンズ等を介して基板2の上方から来たコリメート光は、対物レンズ3により収れんする光となり、ソリッドイマージョンレンズ4の底面で集光する。この構成では、ソリッドイマージョンレンズ4内でスポットが形成されているので、ソリッドイマージョンレンズ4内での光の波長は基板2の屈折率の逆数がかけられ、先の式(2)で表されるようなスポットサイズとなる。

【0015】そして、この対物レンズ3とソリッドイマージョンレンズ4を形成した基板2を光学素子1として光メモリの記録再生部の光ピックアップに使用する。その際、この光学素子1には、図示していないが目的のビットに動けるようなアクチュエータや光源や受光部が具備される。尚、図の下の部分には、この光学素子1自身が所望の浮上量で浮上できるようなパターンニングがされているが、アクチュエータを使って浮上量を制御できるようにしても構わない。また、この光学素子1を浮上以外の方法で記録媒体の記録面との間隔を保っても構わない。

【0016】またアレイ化した光ピックアップ用光学素子1'の例を図2に示す。この例では対物レンズ3とソリッドイマージョンレンズ4の組が3つある。この構成により同時にスポットを3つ形成している。また図示していないが、光源やコリメータレンズ等が基板の上方に配設されており、基板2の上方からコリメートされた光がくる。光源は基板2上のレンズアレイに対応するようなアレイ状の光源でも構わないし、レンズアレイ全体を照射するような単独の光源でも構わない。アレイ状の光源であれば独立した駆動が可能なので、記録・再生・消去と別々の動作をすることができる。また、単独の光源であれば、再生を3ヵ所から同時に読み出すことが可能である。本発明は、図1あるいは図2に示したような光ピックアップ用光学素子の作製方法を提供するものであり、以下、具体的な実施例について説明する。

【0017】(実施例1)請求項1の実施例を図3に示す。図3は、基板2の上面に対物レンズ3を、基板2の下面にソリッドイマージョンレンズ4を一体に設けた光学素子の作製工程を示している。対物レンズ3の形状は球面あるいは収差や高いNAを考慮した非球面のどちら

でも構わない。さらにソリッドイマージョンレンズ4の形状も半球あるいは超半球のどちらでも構わない。

【0018】まず図1(a)のように基板2の上面及び下面に凹曲面2a、2bを形成する。この凹曲面2a、2bの径と深さは作製する対物レンズ3とソリッドイマージョンレンズ4の大きさに合わせた大きさにする。さらに基板厚はこの光学系で最小スポットサイズが基板2の底面で得られる長さとする。この凹曲面2a、2bの作製は、例えば、レジストでパターンニングした後で熱変形あるいは拡散作用のあるマスクでレジストをパターンニングし、ドライエッチングで凹曲面を形成する方法で行なう。

【0019】続いて図3(b)に示すように、凹曲面2a、2bにその曲面に形状の合う対物レンズ3とソリッドイマージョンレンズ4を設置する。また、スポットサイズを小さくしたいのであれば、式(2)と式(3)より屈折率の大きいほどスポットサイズを小さくできるので、ソリッドイマージョンレンズ4は基板2の屈折率よりも大きな屈折率の材料を選べばよい。例えば、基板としてBK7(波長768.2nmでの屈折率1.5115(理科年表より))を選び、各レンズ3、4の材料としてLaF2(波長768.2nmでの屈折率1.7335(理科年表より))またはSFS1(波長768.2nmでの屈折率1.8927(理科年表より))を使用する。図3(b)では各レンズとも両凸(あるいは球)となっているが、片凸(あるいは半球)でも構わない。

【0020】次に図3(c)に示すように、樹脂材料5を基板2の上面及び下面にコーティングして各レンズ3、4と基板2を固定する。この樹脂材料5は基板2とほぼ同じか基板2よりも低い屈折率の材料を選択する。また、樹脂材料5は紫外線硬化作用あるいは熱硬化作用のある材料を選ぶ。この樹脂材料5の膜厚は、この後の工程でエッチングして平坦化させるためにレンズ3、4を覆うぐらいの厚さにする。この時に凹曲面とレンズ曲面が一致しない場合は、凹曲面に少量の樹脂材料を充填した後にレンズ3、4を配置し固定させてもよい。

【0021】次に図3(d)に示すように、不要な樹脂を除くための平板化手段としてドライエッチングを行なう。具体的には反応性イオンエッチング法(RIE)、電子サイクロトロン共鳴エッチング法(ECR)、イオンビームエッチング法、プラズマエッチング法等によりエッチングを行なう。ドライエッチングに用いるガスは各材料により選択でき、例えば材料がガラスの場合はCF₄、CHF₃等を、樹脂の場合はO₂、CF₄、CH₄等を用いることができる。また、エッチング速度、選択性の調整のために、前記のエッチングガスにN₂、O₂、Ar等のガスを混入することもできる。ここでのエッチングは、樹脂材料とレンズ材料のエッチング速度が等しくなる条件で行なう。エッチングする量は、樹脂材料5を

残しても基板2までエッチングしてもよく、所望の量だけ行なえばよい。また、エッチングはウェットエッチングでも構わない。さらに、平板化の手段として研磨を用いることもできる。このようにして、図3(e)に示すような、対物レンズ3とソリッドイマージョンレンズ4の組を基板2上に形成し平板化した光ピックアップ用光学素子が完成する。

【0022】(実施例2)次に請求項2の実施例を説明する。本実施例では図4に示すように、基板2の上面及び下面の対物レンズとソリッドイマージョンレンズが設置される位置にV溝2c、2dを形成する。前述の請求項1の実施例では凹曲面であったが、請求項2の実施例ではV溝としている。このV溝2c、2dは、エッチングあるいは機械加工で形成する。特に基板としてシリコンを用いる場合は、異方性ウェットエッチングにより容易にV溝を形成することができる。基板2にV溝2c、2dを作った後の光学素子の作製工程は、請求項1の実施例で説明した方法(図3(b)~(e))と同様に行なうので、ここでは説明を省略する。また、基板の上下の面のうち、一方の面にV溝を形成し、他方の面に凹曲面を形成するという方法もある。これは作製するレンズの大きさにより任意に決めることができる。

【0023】(実施例3)次に請求項3の実施例を説明する。図5は、基板2の上面に対物レンズ3を、基板2の下面にソリッドイマージョンレンズ4を設けた光学素子の作製工程を示しており、本実施例は、あらかじめ型を作っておいて樹脂を流し込み硬化させて基板を作製するという作製方法である。図5(a)は光学素子の作製に用いられる型6を示している。この型6には、対物レンズとソリッドイマージョンレンズ用の凸曲面6aと凹曲面6bがある。この例では、凸曲面6aは対物レンズ用、凹曲面6bはソリッドイマージョンレンズ用である。この型6は機械加工で作製する。また、硬化させた素子を剥離できるように、型6は幾つかの部品で構成される。

【0024】次に図5(b)に示すように、型6の凹曲面6bにソリッドイマージョンレンズ4となる球レンズを配置する。続いて図5(c)に示すように、型6に基板となる樹脂7を充填する。この樹脂7は前述の実施例1で述べた樹脂材料と同様に紫外線硬化樹脂あるいは熱硬化樹脂を使用する。従って、樹脂7の種類によって型6の素材を紫外線に対し透明あるいは耐熱のあるものを選択する。こうして樹脂7が固まったところで型6と樹脂7を分離させ、樹脂7で成形された基板(以下、樹脂基板7とする)を取り出す。さらに図5(d)に示すように、この樹脂基板7の上面に形成された凹曲面に対物レンズ3を配置する。この対物レンズ3は両凸でも片凸でもどちらでも構わない。次に図5(e)に示すように、各レンズ3、4を覆うように樹脂材料8をコーティングして各レンズ3、4と樹脂基板7を固定する。この

樹脂材料8は図5(c)で用いた樹脂を使ってもよいし、その他の樹脂でも構わない。また、樹脂材料8をコーティングする量は、レンズ3、4を覆う程度あればよい。

【0025】続いて図5(f)に示すように、樹脂基板7の両面に対して不要な樹脂材料8を除くための平板化手段としてドライエッチングを行なう。具体的には反応性イオンエッチング法(RIE)、電子サイクロトロン共鳴エッチング法(ECR)、イオンビームエッチング法、プラズマエッチング法等によりエッチングを行なう。ドライエッチングに用いるガスは各材料により選択でき、例えば材料がガラスの場合はCF₄、CHF₃等を、樹脂の場合はO₂、CF₄、CH₄等を用いることができる。また、エッチング速度、選択性の調整のために、前記のエッチングガスにN₂、O₂、Ar等のガスを混入することもできる。ここでのエッチングは、樹脂材料とレンズ材料のエッチング速度が等しくなる条件で行なう。エッチングする量は所望の量だけ行なえばよい。また、エッチングはウェットエッチングでも構わない。さらに、平板化の手段として研磨を用いることもできる。このようにして図5(g)に示すような対物レンズ3とソリッドイマージョンレンズ4の組を基板7上に形成した光ピックアップ用光学素子が完成する。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の光ピックアップ用光学素子の作製方法では、あらかじめ対物レンズとソリッドイマージョンレンズを作っておき、これらのレンズを基板に埋め込むという作製方法なので、任意の屈折率あるいは形状のレンズを用いることができる。そして、上記2つのレンズを基板の両面に形成した凹曲面に配置するので、高精度にレンズ同士のアライメントをすることができる。

【0027】請求項2の光ピックアップ用光学素子の作製方法では、あらかじめ対物レンズとソリッドイマージョンレンズを作っておき、これらのレンズを基板に埋め込むという作製方法なので、任意の屈折率あるいは形状のレンズを用いることができる。そして、上記2つのレンズを基板の両面に形成したV溝に配置するので、高精度にレンズ同士のアライメントをすることができる。

【0028】請求項3の光ピックアップ用光学素子の作製方法では、あらかじめ対物レンズとソリッドイマージョンレンズを作っておき、これらのレンズを基板に埋め込むという作製方法なので、任意の屈折率あるいは形状のレンズを用いることができる。そして、レンズを型に作製した凹曲面に配置あるいは型で成形した基板の凹曲面に配置するので、高精度にレンズ同士のアライメントをすることができる。また、型を使った樹脂成形で素子を作製するので大量に素子を作製することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で作製する光ピックアップ用光学素子の一例を示す断面図である。

【図2】本発明で作製する光ピックアップ用光学素子の別の例を示す斜視図である。

【図3】請求項1の一実施例を示す光ピックアップ用光学素子の作製工程の説明図である。

【図4】請求項2の一実施例を示す基板の断面図である。

【図5】請求項3の一実施例を示す光ピックアップ用光学素子の作製工程の説明図である。

【図6】従来の光メモリ用光ピックアップの構成例を示す図である。

【図7】従来技術の説明図であって光ピックアップの対物レンズと記録媒体の間に半球状あるいは超半球状のソリッドイマージョンレンズを入れた例を示す図である。

【図8】従来技術の説明図であって光ピックアップの対物レンズと記録媒体の間にソリッドイマージョンレンズを設けた浮上ヘッドを配置した例を示す図である。

【符号の説明】

1, 1' : 光ピックアップ用光学素子

2 : 基板

2 a, 2 b : 凹曲面

2 c, 2 d : V溝

3 : 対物レンズ

10 4 : ソリッドイマージョンレンズ

5, 8 : 樹脂材料

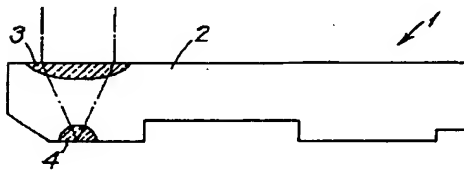
6 : 型

6 a : 凸曲面

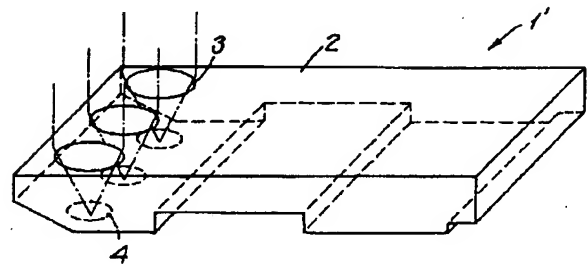
6 b : 凹曲面

7 : 樹脂 (樹脂基板)

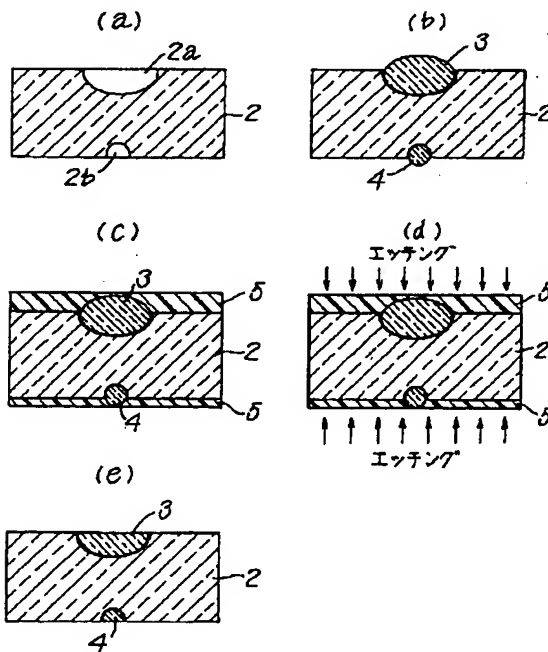
【図1】



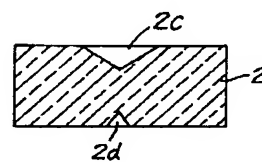
【図2】



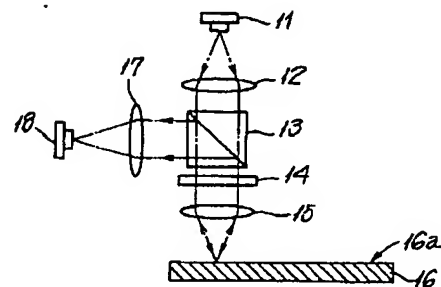
【図3】



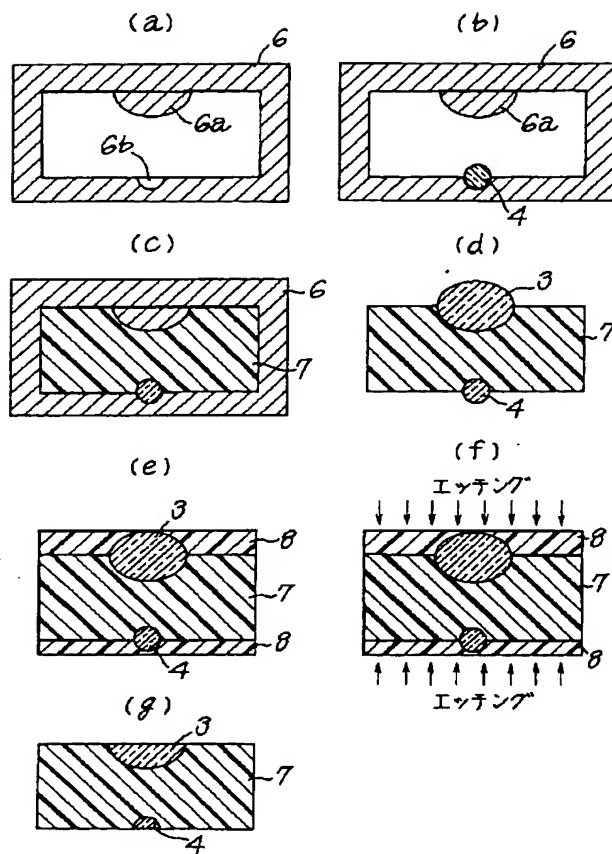
【図4】



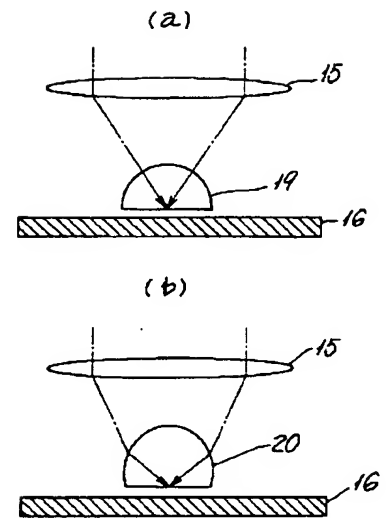
【図6】



【図5】



【図7】



【図8】

